

초고연신 고밀도 폴리에틸렌의 열자극전류

\* 박 대 희                      김 동 육                      구 자 윤  
\* 금성전선 연구소              \*\* 한양대학교

Thermally Stimulated Current Measurement in Highly Elongated Polyethylene Film

\* Park Dae Hee                      \* Kim Dong Wook                      \*\* Koo Ja Yoon  
\* Gold Star Cable Co.              \*\* HanYang University

Abstract

The trap depth and its density of highly elongated polyethylene have been studied by thermally stimulated current measurements.

Three discrete traps with depth of 0.13, 0.3 and 0.5 eV have been evaluated using the initial rise method in the temperature region 77 to 330 K ; these change slightly with the elongation ratio.

A trap density of the order of  $10^{23} - 10^{24}/cm^3$  has been calculated from the area of TSC peaks.

1. 서론

초고연신 폴리에틸렌의 전기적 특성의 검토결과 연신에 연신에 비례해 도전율이 감소되어진다. 이 원인의 하나로는 캐리어 이농도 또는 전자 트랩의 영향일 것으로 생각된다. 트랩의 생성은 고분자중의 불순물, 비정질, 격자결함등이 원인이 되고 고분자 연신이 트랩을 발생 시키는 것으로도 생각되어지며 이 트랩은 전기전도 및 절연파괴에 영향을 미치고 있다. 트랩에 포획되어진 전자 또는 정공에 의한 공간전하가 고체절연체의 절연파괴에 큰 영향을 미치고 있음은 널리 알려져 왔고 이 트랩에 관련된 정보를 얻는 방법으로 TSC의 측정이 사용되어 지고있다. 고분자에 있어서 TSC를 생각해하는 중요한

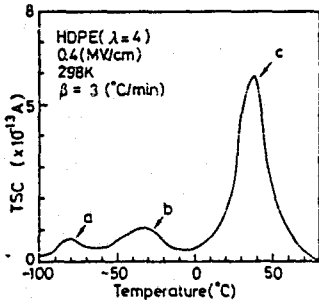
원인으로는 쌍극자의 탈분극에 의한 것, 트랩되어진 전자 혹은 정공의 전도대로의 열여기에 의한 것과 이온동에 의한 공간전하 분극에 의한 것이 있다. 본 보고는 폴리에틸렌의 연신에 따른 TSC의 측정 결과에 대한 것이다.

2. 실험방법

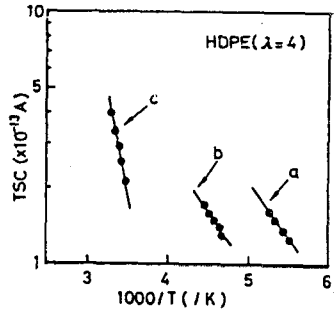
열자극전류 ( TSC ) 의 측정은 일정온도에서 직류전압을 가한 후 액체질소 온도까지 급냉, 이 온도에서 전극간을 단락시키고 방전전류가 거의 일정하게 된 후, 일정온도 속도 (  $\beta = 3 \text{ }^{\circ}\text{C/min}$  ) 로 승온하면서 외부회로로 흐르게 되는 전류를 관찰했다.

3. 실험결과 및 고찰

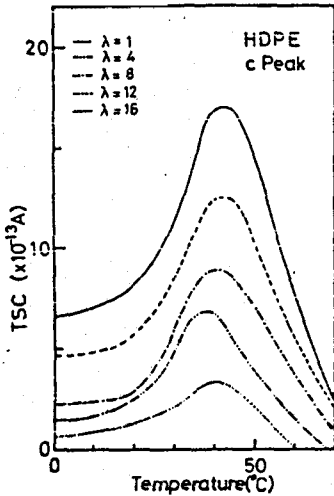
< 그림-1 > 은 고밀도폴리에틸렌에서  $\lambda = 4$  의 연신배율 시 TSC 특성을 나타낸 것이다. 이 그림에서 볼 수 있듯이 3 개의 피크 a, b, c 가 각각  $-83^{\circ}\text{C}$ ,  $-30^{\circ}\text{C}$ ,  $42^{\circ}\text{C}$  에서 관찰되어졌다. 그리고 이 3 개의 피크의 위치는 연신배율에 따라 변화되지 않는 것을 알 수 있었다. 이들 3 개의 피크는 폴리에틸렌의 역학적 손실 ( Mechanical  $\tan \delta$  ) 의 측쇄완화 ( 側鎖 緩和 ) 관련했던  $\gamma$  분산, 비정질에서의 분자쇄운동 ( 分子鎖運動 ) 에 관여했던  $\beta$  분산, 결정영역에서 분자쇄운동에 관여했던  $\alpha$  분산과는 다소 차이는 있지만 거의 유사하게 대응됨을 볼 수가 있다. 또 이 TSC의 곡선의 면적은 연신과 함께 전체적으로 크게 되고 특히 < 그림-2 > 에서 보는 바와 같이 피크 c는 연신배율의 증가와 함께 현저하게 크게됨을 알 수가 있다.



< 그림-1 > 연신율 λ = 4 일 때 TSC 곡선

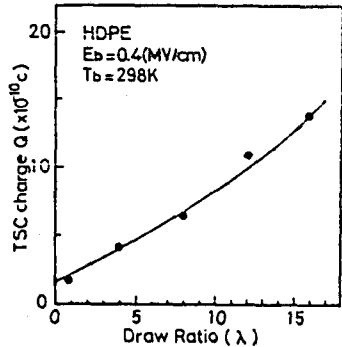


< 그림-3 > a, b, c Peak 의 Arrhenius Plot



< 그림-2 > 각 연신배율에 따른 c Peak

a, b, c 피크 각각의 활성화 에너지 배율은 0.13, 0.3, 0.5 eV 이고 연신의 배율에 따라 변화되지 않음을 알았다. TSC 피크 크기는 고밀도폴리에틸렌 층에 트랩된 전하량에 대응한다. < 그림-4 > 는 TSC 곡선의 면적으로부터 계산한 전하량과 연신배율과의 관계를 나타냈다. 전하량은 연신배율에 따라 직선적으로 증가함을 알 수 있었다.



< 그림-4 > 전하량의 연신배율 의존성

다시말하면 결정영역에서의 분자쇄운동 (α 분산) 에 연관되었던 피크 C 의 증가의 비정질부 및 결정계면에 있어서의 트랩에 기인하는 가능성이 있는 것으로 생각된다. 또 3 개의 피크에 대응하는 트랩 에너지 레벨을 구하기 위해 Thermal Clearing 법을 시험해 보았다. 각 피크의 가열부분에서 구하여진 전류의 값을 그려보면 < 그림-3 > 과 같다. 이 그림에서 각 직선의 경사도로부터 활성화 에너지 레벨을 구한것이 < 표-1 > 과 같다.

< 표-1 > 연신배율과 트랩 레벨 (eV)

l / l <sub>0</sub>	a	b	c
1	0.1	0.32	0.5
4	0.12	0.29	0.48
8	0.09	0.3	0.52
12	0.13	0.25	0.5

#### 4. 결론

고밀도폴리에틸렌의 TSC 측정결과 TSC 의 피크는 3 개가 존재하는 것을 알았고 각 피크의 위치는 - 83 °C, - 38 °C 42 °C 부근임을 알았다. 또 피크에 대응하는 트랩 에너지 레벨은 0.13, 0.3, 0.5 eV 이고 트랩의 레벨은 연신에 따라 변화되지 않지만 트랩밀도는 연신배율에 따라 증가함을 알았다. 이들 결과들로부터 연신에 따른 전기적 특성변화는 트랩밀도와 깊은 연관성이 있음을 알 수가 있다. 또한 3 개의 TSC 피크 폴리에틸렌의 역학적 손실 ( Mechanical tan δ ) 의 피크와도 대응됨을 알았다.

5. 참고문헌

- 1) A von Hippel and R.S Alger ; Phys.Rev.,76(1946)127
- 2) D.E Kline, T.A.Saver and A.E.Woodward ; J.Polym.  
Sci.,22 ( 1956 ) 455
- 3) 西谷, 吉野, 犬石 ; 電氣學會論文誌, 96 - A(1976)381
- 4) M.M Perlman and S.Unger ; J.Appl.Phys.,45(1974)2389